

ICS

CCS

T/CMA

中国计量协会团体标准

T/CMA ZK 156—2024

## 基于D-SI的计量数据数字化规范

D-SI-based Metrological Data Digitalization Specification

2024 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

中国计量协会 发布

## 目 次

前 言.....	III
1 范围.....	4
2 规范性引用文件.....	4
3 术语和定义.....	4
3.1.....	4
数字国际单位制 Digital SI; D-SI.....	4
3.2.....	5
测量数据 Measurement data.....	5
3.3.....	5
数据模型 Data model.....	5
3.4.....	5
机器可读 Machine readable.....	5
3.5.....	5
基于 SI 的数字测量数据 SI-based digital data of measurement.....	5
4 需遵循的标准与规范.....	5
5 通用数据格式.....	6
6 数字化量和单位的表达.....	6
7 元数据模型.....	7
7.1 概述.....	7
7.2 原子实数量值.....	7
7.3 带有测量不确定度的实数量值.....	8
7.4 评价等级.....	9
附 录 A （资料性） D-SI 表示推荐实例.....	11

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国计量协会提出。

本文件由中国计量协会智库工作委员会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 基于 D-SI 的计量数据数字化规范

## 1 范围

本文件规定了基于数字国际单位制（D-SI）的方案实现计量数据数字化表达的要求和方法。  
本文件适用于数字世界的计量数据数字化规范表达。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

ISO 80000-1: 2022 Quantities and units – Part 1: General

ISO 8601-1: 2019 Date and time — Representations for information interchange – Part 1: Basic rules

The International System of Units (SI), BIPM SI手册

CODATA基本物理常量值的清单

JCGM 100:2008 Evaluation of Measurement Data – Guide to the Expression of uncertainty in Measurement, GUM 1995 with minor corrections, first edition, September 2008

JCGM 200:2012 International Vocabulary of Metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM), 3rd edition, 2008 version with minor corrections, 2012

JJF 1033-2023 计量标准考核规范

JJF 1069-2012 法定计量检定机构考核规范

IEEE 754 二进制浮点数算数标准

RFC 3629 UTF-8, 一种ISO 10646的传输格式

ISO 8601 数据存储和交换形式 信息交换 日期和时间的表示方法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**数字国际单位制** Digital SI; D-SI

基于国际单位制（SI）的便捷、安全、协调、明确的用于计量数据数字交换的元数据模型。

### 3.2

#### 测量数据 Measurement data

归因于某一测量的一组量值以及任何其他可用的相关信息。

### 3.3

#### 数据模型 Data model

良好定义的框架以描述并结构化数据或元数据。

### 3.4

#### 机器可读 Machine readable

可以被计算机或机器处理的规定格式的特性。

### 3.5

#### 基于 SI 的数字测量数据 SI-based digital data of measurement

使用机器可读的 D-SI 元数据模型表示的测量数据。

## 4 需遵循的标准与规范

基于 D-SI 的计量数据数字化表达，既需要遵循计量领域标准与规范的要求，同时为了使结构化数据在机器之间准确无误地互换，也需要满足信息与通信技术（ICT）标准的要求。

应遵循的计量相关标准与规范：

- (1) BIPM SI手册
- (2) 国际通用计量学基本术语（VIM）
- (3) ISO 80000 量和单位系列国际标准
- (4) CODATA基本物理常量值的清单
- (5) 测量不确定度表示指南（GUM）
- (6) JJF 1033-2023 计量标准考核规范
- (7) JJF 1069-2012 法定计量检定机构考核规范

应遵循的信息与通信技术（ICT）相关标准与规范：

- (1) IEEE 754 二进制浮点数算术标准
- (2) RFC 3629 UTF-8，一种ISO 10646的传输格式
- (3) ISO 8601 数据存储和交换形式 信息交换 日期和时间的表示方法

## 5 通用数据格式

计量数据的通用数据格式可用图1表示，其中测量值和SI单位是必要信息，测量不确定度、置信区间、包含因子、分布与协调世界时是可供选择提供的额外信息。

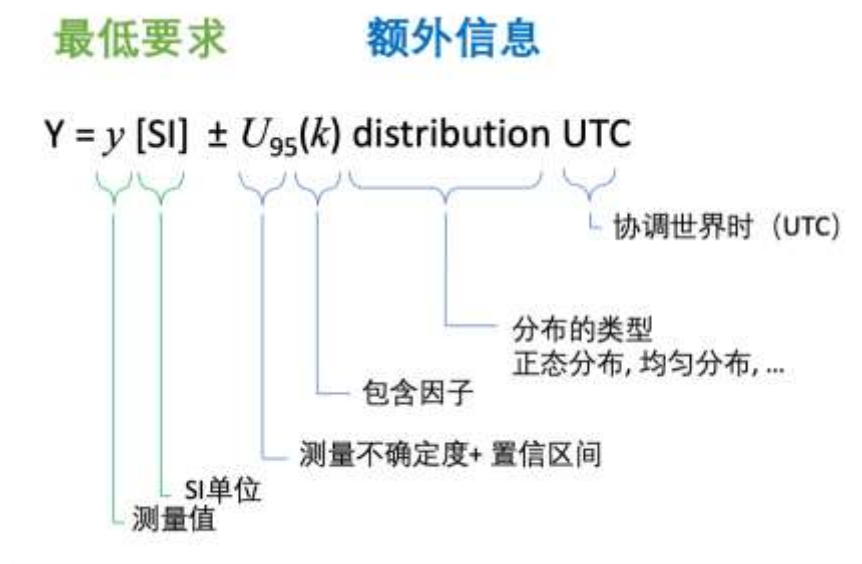


图1 计量数据的通用数据格式

## 6 数字化量和单位的表达

BIPM的SI手册为国际单位制的使用提供了基本的框架，SI包括SI基本单位和SI导出单位，以及在SI之外可以与SI一起使用的公认的单位。数字化的SI单位的技术实现要求对单位的语义（标识符）和允许的语法（标识符的组合）进行唯一定义。数字化单位表示法参考Joseph Wright在siunitx软件包中使用的单位的正式语言。SI单位的语法表示如图2所示：

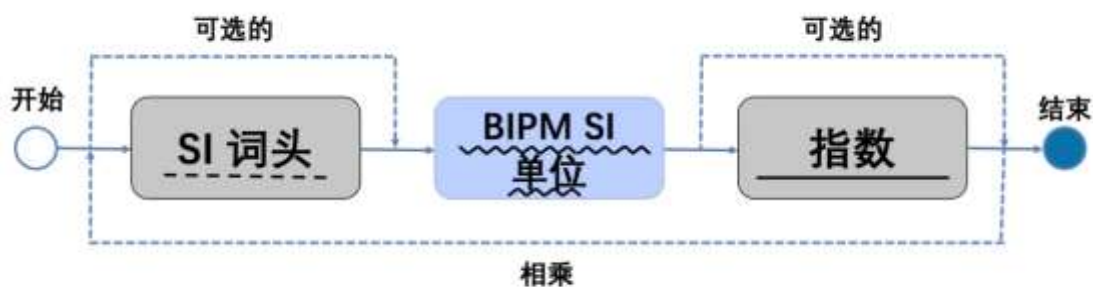


图2 SI单位的语法表示

BIPM的SI手册中的单位，还可以通过指定单位的倍数或分数的词头来扩展，还可以通过附加指数来形成单位的幂，此外，几个单位可以通过乘法来进行代数相连。

示例1:

$$\frac{\text{km}}{\text{h}} \rightarrow \text{\kilo\metre\hour\tothe{-1}}$$

其中，“\kilo”可清晰地识别为词头，“\meter”和“\hour”是BIPM单位，单位的幂可用“\tothe{EXPONENT}”的方式来表示。

示例2:

$$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \rightarrow \text{\kilogram\metre\second\tothe{-2}}$$

千克是BIPM的SI手册中的七个基本单位之一，因此无需使用词头，直接用“\kilogram”表示“千克”。此外，牛顿是SI导出单位，这里也可以直接表达为“\newton”。

## 7 元数据模型

### 7.1 概述

实数量的值是在实际应用中记录和传输的最基础的数据，他们在工程、贸易、健康系统和校准等领域中发挥着重要作用。第7章给出了D-SI元数据模型中实数量的一般定义。原子的量类型中包含实数量值所需的最起码的信息，此外还引入了一种扩展的量类型，即在原子实数量的基础上增加测量不确定度信息。

### 7.2 原子实数量值

原子的实数测得值是表示测量结果的最小实体，其元数据模型结构如图3所示:

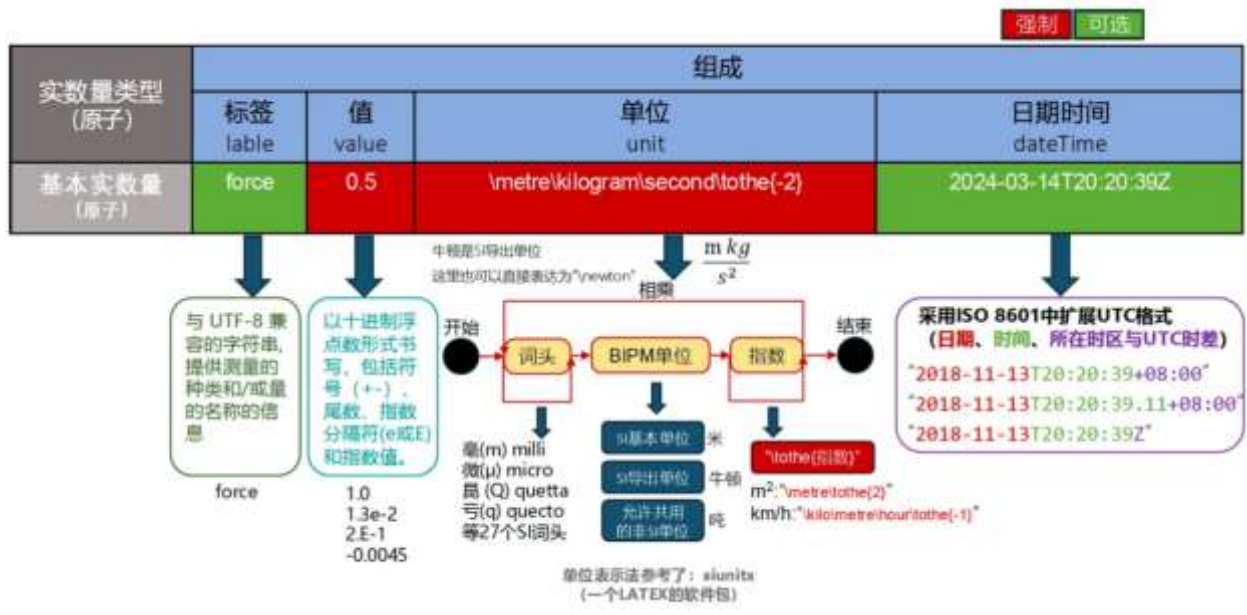


图3 元数据模型结构

实数量值应至少由一个数值和指定的SI单位组成，可包含下列信息：

- 值 (value)：应提供量的数值。必须以十进制浮点数形式书写，包括符号、尾数、指数分隔符和指数值，符号和指数部分都是可选的。
- 单位 (unit)：单位应是用与UTF-8兼容的字符串来表示的。使用SI基本单位和SI基本单位的组合可以提高单位的机器可读性。
- 标签 (label)：标签对于原子类型的计量数据是可选的，提供测量的种类或量的名称等信息。与单位一样，它也应是 UTF-8 兼容的字符串。
- 日期时间 (dateTime)：用于为量值分配测量的时间戳。所有的时间戳应以当地法定时间记录，并提供与协调世界时 (UTC) 的偏差值。采用ISO 8601标准中的扩展UTC格式来实现。

### 7.3 带有测量不确定度的实数量值

在原子类型的实数元数据模型中加入测量不确定度，即形成扩展类型的实数测量值格式，带有测量不确定度的原子量值类型的扩展元数据模型结构如图4所示：





图4 带有测量不确定度的原子量值类型的扩展元数据模型结构

值、单位、标签和日期时间的定义与原子类型相同。实数量值的不确定度信息可从两种子类型中选择：第一种是“expandedUnc”，提供扩展测量不确定度的数据模型。第二种是“coverageInterval”，提供包含区间的数据模型。

扩展测量不确定度规定了一个相对于实数测量值对称的区间，该区间覆盖了测量值预期变化范围的某个百分数。这种不确定度类型的D-SI数据模型需要提供不确定度的值、包含因子和包含概率，此外还可以指定量的分布。

包含区间定义了实数测量值的不确定度，该不确定度与被测量随机分布的概率密度函数对称，需要提供相关包含区间的边界值。而且，还应提供测量的包含概率值和标准不确定度值，并可以指定量的分布。

带有扩展不确定度的实数XML D-SI表示和带有包含区间的实数XML D-SI表示的推荐实例见附录A。

#### 7.4 评价等级

D-SI数据模型提供的计量数据按机器可读性划分为不同的质量等级，机器可读计量数据的质量评价等级如表1所示。

表1 机器可读计量数据的质量评价等级

要求	质量等级				
	白金	金牌	银牌	铜牌	待改进
SI++单位 (7个SI基本单位和7个允许与SI共用的重要单位)	x	x	x	x	x
混合元素中的SI++单位		x	x	x	x
带有SI词头的SI++单位或SI导出单位		x	x	x	x
不属于SI++单位的来自BIPM《SI手册》中的非SI单位			x	x	x
来自以前版本的《SI手册》但在最新版本的《SI手册》中被弃用的单位				x	x
不属于SI的单位，有丢失组件，错误数据类型，无效列表...					x

注：表格中的×表示达到的质量等级。

附录 A  
(资料性)  
D-SI 表示推荐实例

1) 带有扩展不确定度的实数XML D-SI表示:

```
<si:real>  
  <si:label>temperature</si:label>  
  <si:value>20.10</si:value>  
  <si:unit>\degreecelsius</si:unit>  
  <si:expandedUnc>  
    <si:uncertainty>0.50</si:uncertainty>  
    <si:coverageFactor>2</si:coverageFactor>  
    <si:coverageProbability>0.95</si:coverageProbability>  
    <si:distribution>normal</si:distribution>  
  </si:expandedUnc>  
</si:real>
```

2) 带有包含区间的实数XML D-SI表示

```
<si:real>  
  <si:label>temperature</si:label>  
  <si:value>20.10</si:value>  
  <si:unit>\degreecelsius</si:unit>  
  <si:coverageInterval>  
    <si:standardUnc>0.25</si:standardUnc>  
    <si:intervalMin>19.60</si:intervalMin>  
    <si:intervalMax>20.60</si:intervalMax>  
    <si:coverageProbability>0.95</si:coverageProbability>  
    <si:distribution>normal</si:distribution>  
  </si:coverageInterval>  
</si:real>
```